

### Leichtbauventil

Die Erfindung betrifft ein Leichtbauventil, insbesondere für Brennkraftmaschinen, gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung des Leichtbauventils, gemäß Anspruch 15.

Leichtbauventile der hier angesprochenen Art sind bekannt (DE 198 04 053 A1). Sie werden unter anderem als Ein- und Auslassventile für Verbrennungsmotoren eingesetzt und umfassen einen massiven oder hohlen Ventilschaft, einen trichter-/trompetenförmigen Ventilkegel sowie einen Ventilteller. Der Ventilkegel ist zum Zwecke der Gewichtsreduzierung hohl und weist daher eine nur geringe Wandstärke auf. Der Ventilkegel ist entweder einstückig mit dem Ventilschaft oder dem Ventilteller oder aber als separates Bauteil ausgebildet, das mit dem Ventilschaft und dem Ventilteller verschweißt ist.

Da der Ventilteller auf Grund des Hohlraums im Ventilkegel auf einer großen Fläche nicht abgestützt ist und der Ventilkegel zudem nur eine geringe Wandstärke aufweist, kann der Ventilteller im Betrieb durch den Verbrennungsdruck im Brennraum des Verbrennungsmotors deformiert werden, was zu einem vorzeitigen Verschleiß des Leichtbauventils beiträgt. Darüber hinaus kann es zu einer Deformation des dünnwandigen Ventilkegels kommen. Um dies zu verhindern, ist in der

DE 198 04 053 A1 vorgeschlagen den Ventilschaft so lang auszuführen, dass er stirnseitig am Ventilteller auf dessen dem Brennraum abgewandten Flachseite anliegt, wodurch dieser abgestützt wird. Dabei können der Ventilschaft und der Ventilteller in ihrem Anlagebereich miteinander verschweißt sein. Bei anderen Ausführungsformen erfolgt die Abstützung des Ventiltellers gegen den Ventilschaft mittels eines einstückig am Ventilkegel ausgebildeten Zwischenstücks oder einer separaten, zwischen Ventilschaft und Ventilteller fixierten Hülse.

Nachteilig bei dem bekannten Leichtbauventil ist, dass ein präzises, gegenseitiges Ausrichten der Einzelteile, insbesondere des Ventilschafts und des Ventiltellers, vor dem Fügeprozess nur mit hohem Aufwand realisierbar ist. Zwar ist bei einem Ausführungsbeispiel (Figur 3) des bekannten Leichtbauvents eine Zentrierung am Ventilteller für den Ventilschaft vorgesehen. Dennoch kann eine Schrägstellung des Ventilschafts gegenüber dem Ventilteller, während diese miteinander verschweißt werden, ohne exaktes Halten von Ventilschaft und -teller mittels geeigneter Vorrichtungen nicht ausgeschlossen werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Leichtbauventil der eingangs genannten Art zu schaffen, das diesen Nachteil nicht aufweist.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Leichtbauventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass der Ventilteller mit einer Klemmaufnahme für den Ventilschaft versehen ist. Diese dient zur kraftschlüssigen Verbindung zwischen Ventilteller und Ventilschaft, so dass diese unverrückbar miteinander verbunden sind. Diese Ausgestaltung vereinfacht das Handling dieser durch einstecken des Ventilschaftendes in die Ventiltellerklemmaufnahme

gebildeten Baugruppe während des nachfolgenden Fügeprozesses, also wenn Ventilteller und -schaft stoffschlüssig miteinander verbunden werden, vorzugsweise verschweißt oder verlötet. Weitere Befestigungsmittel zum Verbinden des Ventiltellers und des Ventilschafts zum Zwecke der Vormontage sind nicht erforderlich. Die Klemmaufnahme kann zudem so ausgebildet sein, dass beim Einstecken des Ventilschaftendes in die Klemmaufnahme eine gewünschte Ausrichtung des Ventilschafts relativ gegenüber dem Ventilteller erfolgt, so dass auf separate Zentriermittel verzichtet werden kann.

Auf Grund der Anbindung des Ventiltellers und des Ventilschafts im mittleren Bereich des Ventiltellers mittels der Klemmaufnahme kann weiterhin eine optimale Einleitung der im Betrieb des Leichtbauventils auf den Ventilteller wirkenden Gaskräfte in den Ventilschaft gewährleistet werden, ohne dass es dabei zu unzulässig hohen Verformungen des Ventiltellers und des vorzugsweise sehr dünnwandigen Ventilkegels kommt. Es ist also ohne weiteres realisierbar, dass der Ventilkegel im Betrieb des Leichtbauventils annähernd kraftfrei ist, das heißt, dass wenn überhaupt nur sehr geringe Kräfte über den Ventilteller in den Ventilkegel eingeleitet werden. Der Ventilkegel kann daher sehr dünnwandig ausgebildet sein, was vorteilhaft bei der Herstellung desselben ist und darüber hinaus zur Verringerung des Gewichts des Leichtbauventils beiträgt.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass der Ventilteller mit der daran vorgesehenen Klemmaufnahme aus der intermetallischen Phase Titanaluminid (TiAl) oder einer TiAl-Legierung durch Gießen hergestellt ist. Dieser Ventilteller weist ein nur geringes Gewicht auf und ist zudem extrem verschleißfest. Nach einer anderen Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Ventilteller und die Klemmaufnahme

aus Stahl, insbesondere Werkzeugstahl bestehen und durch Schmieden hergestellt sind. Nach einer dritten Ausführungsvariante werden der Ventilteller und die einstückig mit dem Ventilteller ausgebildete Klemmaufnahme mittels eines Pulvermetallurgie-Herstellungsverfahren gefertigt, insbesondere aus einem Werkzeugstahl, welcher extrem verschleißfest ist. Allen vorstehend genannten Ausführungsvarianten ist gemeinsam, dass die Klemmaufnahme einstückig mit dem Ventilteller ausgebildet und daher kostengünstig herstellbar ist.

Bezüglich der für den Ventilschaft und den Ventilteller mit daran vorgesehener Klemmaufnahme verwendbaren Materialien wird auch auf die DE 100 29 299 C2 verwiesen, deren Inhalt bezüglich der eingesetzten Materialien Gegenstand dieser Beschreibung ist.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils ist der Ventilkegel als Blechbauteil ausgebildet. Als Material findet beispielsweise unlegierter Baustahl, insbesondere St-52, oder niedrig legierter Stahl, insbesondere X10Cr13, Verwendung. Der Ventilkegel kann kostengünstig in einem Tiefziehverfahren hergestellt werden.

Weiterhin wird ein Ausführungsbeispiel des Leichtbauventils bevorzugt, bei dem die Klemmaufnahme mittels mehrerer, einstückig am Ventilteller ausgebildeter Versteifungsrippen gebildet ist. Der Ventilschaft wird zu dessen Klemmfestlegung am Ventilteller in einen von den Versteifungsrippen begrenzten Freiraum eingebbracht, dessen Breite beziehungsweise Durchmesser gleich groß wie oder kleiner als der Außendurchmesser des in den Freiraum eingesteckten Ventilschaftendes ist. Eine weitere Funktion der Versteifungsrippen besteht darin, eine unzulässig hohe Verformung des vorzugsweise nur

eine geringe Dicke aufweisenden, im Wesentlichen scheibenförmigen Ventiltellers zu verhindern.

Weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele des Leichtbauventils ergeben sich aus Kombinationen der in der Beschreibung und in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

Der Gegenstand der Erfindung betrifft auch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 15 zur Herstellung eines Leichtbauventils. Das Verfahren sieht vor, dass in einem ersten Schritt ein erstes, den Ventilteller und die Klemmaufnahme bildendes, einstückiges Bauteil durch Gießen, Umformen und/oder mittels eines Pulvermetallurgieverfahrens hergestellt wird. In einem zweiten Schritt wird ein zweites, den Ventilschaft bildendes, einstückiges Bauteil hergestellt. Dabei kann der Ventilschaft hohl ausgebildet sein oder aus Vollmaterial bestehen. In einem dritten Schritt wird ein drittes, den Ventilkegel bildendes Bauteil, vorzugsweise mittels eines Umformverfahrens, hergestellt. In einem vierten Schritt werden nun die ersten und zweiten Bauteile zusammengesteckt. Dabei greift der Ventilschaft in die Ventiltellerklemmaufnahme ein, wodurch die Bauteile zueinander zentriert und gleichzeitig verliersicher miteinander verbunden werden. Nachfolgend werden Ventilteller und Ventilschaft mittels Stoffschluss unlösbar miteinander verbunden. Schließlich wird der hohle Ventilkegel auf den Ventilschaft aufgeschoben und mit seinem durchmessergrößeren Ende in Gegenüberlage mit dem Ventilteller gebracht. Vorzugsweise weist die Durchgangsöffnung im Ventilkegel einen Führungs- und Zentrierabschnitt auf, so dass beim Durchstecken des Ventilschafts eine exakte Ausrichtung des Ventilkegels relativ gegenüber dem Ventilschaft und dem Ventilteller erfolgt. Schließlich wird der Ventilkegel sowohl mit dem Ventilschaft als auch mit dem Ventilteller mittels Stoffschluss unlösbar verbunden. Auf Grund

der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Leichtbauventils ist das gegenseitige Ausrichten/Zentrieren der einzelnen Bauteile in einfacher Weise möglich, ohne dass hierzu spezielle Ausrichtvorrichtungen zwingend erforderlich sind.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus Kombinationen der in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A einen Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels eines Leichtbauventils für Verbrennungsmotoren in perspektivischer und aufgebrochener Darstellung;

Fig. 1B eine perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Ventilkegels für die in den Figuren 1A bis 4 dargestellten Leichtbauventile und

Fig. 2 bis 4 jeweils einen Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils.

Figur 1A zeigt einen Teil eines ersten Ausführungsbeispiels eines mehrteilig ausgebildeten Leichtbauventils 1 für Verbrennungsmotoren. Dieses kann als thermisch weniger belastetes Einlassventil oder als thermisch höher belastetes Auslassventil eingesetzt werden, wobei das Material der einzelnen Teile in Abhängigkeit der Verwendung des Leichtbauventils 1 entsprechend gewählt wird.

Das Leichtbauventil 1 umfasst einen hier aus Vollmaterial bestehenden Ventilschaft 3, der einen zumindest über einen Teil seiner Länge konstanten, kreisförmigen Querschnitt aufweist.

Alternativ kann der Ventilschaft 3 aus Gründen der Gewichtsreduzierung auch einen Hohlraum aufweisen. Der Ventilschaft 3 kann beispielsweise von einem präzisionsgezogenen Rohr aus Stahl, beispielsweise X45, gebildet sein und ist an seinem nicht dargestellten Ende mittels eines Ventilschaftendstücks/-fußes verschlossen. Der Ventilschaft 3 weist an seinem in Figur 1A erkennbaren Ende eine plane Stirnfläche 5 auf.

Das Leichtbauventil 1 umfasst ferner einen in Figur 1B dargestellten, hohlen Ventilkegel 7, der als separates Blechteil ausgebildet ist und eine nur geringe Wandstärke aufweist. Der einstückige Ventilkegel 7 weist einen Grundkörper in Form einer Tellerfeder auf, an dessen durchmesserkleineren Ende ein kragenförmiger Führungs- und Zentrierabschnitt 9 angeformt ist, welcher von einer Durchgangsöffnung 11 durchdrungen ist, durch die der Ventilschaft 3 im zusammengefügten Zustand hindurchgreift. Der Durchmesser der Durchgangsöffnung 11 ist gleich groß wie oder größer als der Außendurchmesser des Ventilschafts 3, so dass dieser die Durchgangsöffnung 11 entweder mit Spiel durchgreift oder eine Kraftschlussverbindung zwischen Ventilschaft 3 und Ventilkegel 7 gebildet ist. Beim Aufstecken des Ventilkegel 7 auf den Ventilschaft 3 erfolgt auf Grund des Führungs- und Zentrierabschnitts 9 selbsttätig eine Ausrichtung/Zentrierung dieser Teile zueinander.

Das Leichtbauventil 1 weist ferner einen Ventilteller 13 auf, der auf seiner dem Ventilschaft 3 zugewandten Flachseite mit einer von der Ventiltellerumfangsfläche 15 im radialen Abstand angeordneten, umlaufend ausgebildeten, gestuften Vertiefung 17 versehen ist, in die der Ventilkegel 7 mit seinem durchmessergrößeren Ende hineinragt. Die Vertiefung 17 ist dabei so ausgebildet, dass ein stufenloser Übergang zwischen dem Ventilteller 13 und dem Ventilkegel 7 in deren Anbin-

dungsbereich realisierbar ist. Mittels des Ventiltellers 13 wird der Hohlraum des Ventilkegels 7 verschlossen.

Der Ventilteller 13 ist scheibenförmig ausgebildet und weist einen ersten, zylindrischen Längsabschnitt 19 mit gleichbleibendem Querschnitt und ein sich daran anschließenden, keglichen, das heißt kegelstumpfförmigen zweiten Längsabschnitt 21 auf, wobei der Kegelwinkel des zweiten Längsabschnitts 21 gleich groß wie der Kegelwinkel des Ventilkegels 7 an seinem durchmessergrößeren Ende ist, wodurch ein stufenloser Übergang im Anbindungsbereich zwischen diesen Teilen realisierbar ist. Die Mantelfläche des Längsabschnitts 21 bildet üblicherweise die Dichtfläche des Leichtbauvents 1.

Der Ventilteller 13 weist auf seiner dem Ventilkegel 7 beziehungsweise dem Ventilschaft 3 zugewandten Flachseite eine Klemmaufnahme 23 zur Zentrierung und Klemmfestlegung des Ventilschafts 3 auf. Die Klemmaufnahme 23 befindet sich in der Mitte des Ventiltellers 13.

Die Klemmaufnahme 23 ist bei diesem Ausführungsbeispiel beispielhaft von drei in der Vertiefung 17 angeordneten, in den Ventilteller 13 eingefürteten Versteifungsrippen 25 gebildet, von denen in der Darstellung gemäß Figur 1A lediglich die Versteifungsrippen 25A und 25B erkennbar sind. In Draufsicht auf die dem Ventilschaft 3 zugewandte Flachseite des Ventiltellers 13 gesehen, verlaufen die Versteifungsrippen 25 radial zur fluchtend zur Längsmittelachse des Ventilschafts 3 verlaufenden Längsmittelachse des Ventiltellers 13 und sind in einem Abstand von  $120^\circ$  voneinander angeordnet. Die Versteifungsrippen 25 erstrecken sich nur bis nahe der Ventiltellermitte, so dass im Bereich der Ventiltellermitte zwischen den Versteifungsrippen 25 ein die Klemmaufnahme 23 bildender Freiraum gebildet ist. Die der Ventiltellermitte zuge-

wandte Stirnfläche 27 der Versteifungsrippen 25 bildet dabei jeweils einen Wandabschnitt der Klemmaufnahme 23.

Der Durchmesser der Klemmaufnahme 23, das heißt des zwischen den Stirnseiten der Versteifungsrippen 25 begrenzten Freiraums ist gleich groß wie oder geringfügig kleiner als der Außendurchmesser des Ventilschafts 3, so dass dieser mit seinem freien Ende passgenau in die Klemmaufnahme 23 einföhrbar und kraftschlüssig darin gehalten ist. Im ordnungsgemäß zusammengefügten Zustand liegt die Stirnfläche 5 des Ventilschafts 3 flächig am Grund der Vertiefung 17 an, wie in Figur 1A dargestellt.

Wie aus Figur 1A ersichtlich, sind die Versteifungsrippen 25 als geradlinige Leisten ausgebildet, deren Höhe in Richtung der Ventiltellermitte hin zunimmt, während deren Breite in Richtung der Klemmaufnahme 23 hin abnimmt. Die Versteifungsrippen 25 sind zumindest abschnittsweise komplementär mit der Innenwand 29 des Ventilkegels 7 ausgebildet, so dass dieser im zusammengefügten Zustand des Leichtbauventils 1 mit seiner Innenwand 29 auf der oberen Schmalseite 31 der Versteifungsrippen 25 flächig anliegt und somit von diesen abgestützt ist.

Der Ventilteller 13 und der Ventilschaft 3 werden mittels Stoffschluss unlösbar miteinander verbunden. Dies kann beispielsweise beim Einsticken des Ventilschafts in die Klemmaufnahme 23 mittels Reibschiessen erfolgen. Beim Fügen mittels Reibschiessen wird die Funktion "Klemmen" der Klemmaufnahme nicht genutzt, sondern lediglich deren zweite Funktion "Zentrierung" des Ventilschaft gegenüber dem Ventilteller. Zusätzlich oder alternativ kann der Ventilschaft 3 an seiner Stirnfläche 5 mit dem Ventilteller 13 verschweißt werden. Bei dem in Figur 1A dargestellten Ausführungsbeispiel eignet sich

zum Verbinden des Ventilschafts 3 mit dem Ventilteller 13 auch das Prüferlöten als Fügetechnik.

Vor oder nach dem stoffschlüssigen Verbinden von Ventilschaft 3 und Ventilteller 13 wird der Ventilkegel 7 auf den Ventilschaft 3 aufgeschoben und zwar soweit, bis dessen durchmessergrößerer Bereich in die Vertiefung 17, die in ihrem Randbereich eine Randstufe 33 zur Abstützung beziehungsweise als Anlageschulter für den Ventilkegel 7 aufweist, eingreift. Der Ventilkegel 7 wird im Bereich des Führungs- und Zentrierabschnitts 9 mit dem Ventilschaft 3 und in dem im Bereich der Vertiefung 17 liegenden Anbindungsbereich mit dem Ventilteller 13 verschweißt und zwar vorzugsweise mittels Reib-, Strahl- oder Schmelzschweißverfahren.

Festzuhalten bleibt noch, dass der Ventilkegel 7 im Bereich seines Führungs- und Zentrierabschnitts 9 eine reduzierte Wandstärke aufweist, so dass er sich an die Ventilschaftausseite quasi anschmiegt. Dadurch wird ein Übergang zwischen Ventilkegel und Ventilschaft realisiert, der eine nur geringe Stufe aufweist. Um einen stufenlosen Übergang zwischen Ventilkegel und Ventilschaft zu schaffen, kann der Ventilschaft 3 auf seiner Außenseite im Bereich seines freien Endes eine entsprechende Verjüngung in Form eines Durchmessersprungs aufweisen.

Das anhand der Figuren 1A und 1B beschriebene Leichtbauventil 1 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass seine Einzelteile sich in einfacher Weise durch zusammenstecken miteinander verbinden beziehungsweise vorfixieren lassen und dass dabei auf Grund der konstruktiven Ausgestaltung der Einzelteile eine Ausrichtung/Zentrierung derselben zueinander erfolgt.

Die im Betrieb des Leichtbauventils 1 auf den Ventilteller 13 wirkenden Gaskräfte werden in vorteilhafter Weise über den mittig am Ventilteller 13 anliegenden Ventilschaft 3 abgestützt. Dabei kann sichergestellt werden, dass die auf den Ventilteller 13 wirkenden Gaskräfte nicht oder nur in unschädlichem Maße in den sehr dünnwandigen Ventilkegel 7 eingeleitet werden. Eine Verformung des Ventilkegels 7 kann daher mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den Figuren 1A und 1B verwiesen wird. Das Leichtbauventil 1 unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen lediglich dadurch, dass die Versteifungsrippen 25 jeweils einen außenliegenden, linear in Richtung der Ventiltellermitte hin ansteigenden ersten Abschnitt 35 und einen sich daran anschließenden zweiten Abschnitt 37 aufweisen, wobei der zweite Abschnitt 37 eine konstante Höhe aufweist. Auf Grund dieser Ausgestaltung ist die Auflagefläche des Ventilkegels 7 auf der oberen, hier einen gestuften Verlauf aufweisenden Schmalseite 31 reduziert. Die Anlagekontaktflächen zwischen Ventilkegel und Versteifungsrippen befinden sich in einem von der Tellermitte radialen Abstand.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung der vorangegangenen Figuren 1A bis 2 verwiesen wird. Die Versteifungsrippen 25 weisen hier einen exakt komplementär zur Innenwand 29 des trompeten-/trichterförmigen Ventilkegels 7 verlaufende Schmalseite 31 auf, so dass im zusammengefügten Zustand die Innenwand 29 nahezu über die gesamte Länge der Versteifungsrippen 25 an deren Schmalseite 31

anliegt, wodurch die Abstützung und Zentrierung des Ventilkegels 7 verbessert ist.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels des Leichtbauventils 1. Teile, die bereits anhand der vorangegangenen Figuren beschrieben wurden, sind mit gleichen Bezugssymbolen versehen, so dass insofern auf die Beschreibung zu den Figuren 1A bis 3 verwiesen wird. Die Versteifungsrippen 25 sind hier im Bereich der Klemmaufnahme 23 mit jeweils mit einem die Höhe der Stirnfläche 27 reduzierenden Freischnitt 39 versehen, wodurch die Kontaktfläche zwischen Ventilschaft 3 und den Versteifungsrippen 25 reduziert ist. Dies kann bei sehr steifen Bauteilen vorteilhaft sein, um den Kraftaufwand beim Einstecken des Ventilschafts 3 in die Klemmaufnahme 23 zu reduzieren.

Den anhand der Figuren 1A bis 4 beschriebenen Ausführungsbeispielen des Leichtbauventils 1 ist gemeinsam, dass auf Grund der Abstützung des Ventiltellers 9 durch den Ventilschaft 3 und der Versteifungsrippen 25 wenn überhaupt nur eine geringe Verformung des Ventiltellers 13 durch die im Betrieb auf diesen wirkenden Gaskräfte auftritt. Es kann daher gewährleistet werden, dass die auf den Ventilteller wirkenden Gaskräfte im Wesentlichen vollständig in den Ventilschaft 3 eingeleitet werden und die Verbindung zwischen Ventilteller 13 und Ventilkegel 7 derart ausgebildet ist, dass wenn überhaupt nur sehr geringe Kräfte vom Ventilteller 13 in den Ventilkegel 7 eingeleitet werden.

Festzuhalten bleibt, dass der Ventilschaft 3 und der Ventilteller 13 aus dem gleichen Material oder aus unterschiedlichen Materialien bestehen können. Die Verbindung zwischen Ventilteller 13 und Ventilschaft 3 kann insbesondere auch bei allen anhand der Figuren 1A bis 4 beschriebenen Ausführungs-

beispielen des Leichtbauventils 1 mittels Reib-, Strahl-, Schmelz- oder Kondensatorenentladungsschweißen erfolgen. Das Verbinden von Ventilteller 13 und dem extrem dünnwandigen Ventilkegel 7 erfolgt vorzugsweise mittels Strahl-, Schmelz- oder Laserschweißen.

Allen Ausführungsvarianten des Leichtbauventils 1 ist gemeinsam, dass die Breite der Versteifungsrippen 25 in Richtung Ventiltellermitte auch abnehmen kann oder über die gesamte Länge der Versteifungsrippen 25 konstant ist. Der Ventilkegel 7 kann zusätzlich auch mit den Versteifungsrippen 25 verschweißt sein, wodurch die Standfestigkeit des Leichtbauventils 1 weiter erhöht wird.

Allen Ausführungsbeispielen des Leichtbauventils 1 ist ferner gemeinsam, dass die Klemmaufnahme 23 so ausgebildet ist, dass ein Verkippen des darin eingesteckten und mittels Klemmschluss gehaltenen Ventilschafts 3 ausgeschlossen werden kann. Je höher also die Stirnflächen 27 der Versteifungsrippen 25 sind, desto besser ist die seitliche Führung/Abstützung des Ventilschafts 3 und um so höher ist die Sicherheit gegen eine Schiefstellung des Ventilschafts 3 gegenüber dem Ventilteller 3 nach dem Einführen des Schaftendes in die Klemmaufnahme 23.

Der Ventilteller 13 mit den daran einstückig ausgebildeten Versteifungsrippen 25 ist auf Grund seiner einfachen Geometrie durch Schmieden kostengünstig herstellbar.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das erfindungsgemäße Leichtbauventil 1 sich neben einem nur geringen Gewicht insbesondere dadurch auszeichnet, dass es nur wenige einzelne Bauteile aufweist, die mit wenigen, einfachen Fügeoperationen

miteinander verbunden werden können, so dass es kostengünstig herstellbar ist.

## Patentansprüche

1. Leichtbauventil (1), insbesondere für Brennkraftmaschinen, umfassend einen Ventilschaft (3), einen hohlen Ventilkegel (7) sowie einen Ventilteller (13), wobei der Ventilkegel und der Ventilteller (13) gemeinsam einen Hohlraum bilden,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ventilteller (13) mit einer Klemmaufnahme (23) für den Ventilschaft (3) versehen ist.
2. Leichtbauventil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Klemmaufnahme (23) mittels mehrerer, am Ventilteller (13) ausgebildeter Versteifungsrippen (25;25A,25B) gebildet ist.
3. Leichtbauventil nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Versteifungsrippen (25;25A,25B) -in Draufsicht auf die dem Hohlraum zugewandte Flachseite des Ventiltellers (13) gesehen- radial beziehungsweise in radialer Richtung zur Längsmittelachse des Ventiltellers (13) verlaufen.

4. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass drei Versteifungsrippen (25) vorgesehen sind, die in einem Abstand von  $120^\circ$  voneinander angeordnet sind.
5. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die der Ventiltellermitte zugewandte Stirnfläche (27) der Versteifungsrippen (25) jeweils einen Wandabschnitt der Klemmaufnahme (23) bilden.
6. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsrippen (25) als geradlinige Leisten ausgebildet sind.
7. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Versteifungsrippen (25) in Richtung der Ventiltellermitte hin zunimmt.
8. Leichtbauventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Versteifungsrippen (25) von ihrem radial außenliegenden Ende in Richtung der Ventiltellermitte linear ansteigt.
9. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einen linear ansteigenden ersten Abschnitt (35) der Versteifungsrippen (25) sich ein zweiter Versteifungsrippenabschnitt (37) mit konstanter oder im Wesentlichen konstanter Höhe anschließt.

10. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass an einen linear ansteigenden ersten Abschnitt (35) der Versteifungsrippen (25) sich ein zweiter Versteifungsrippenabschnitt anschließt, der komplementär zur Innenwand des hohlen Ventilkegels verläuft.
11. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsrippen (25) im Bereich der Klemmaufnahme (23) mit einem die Größe der Versteifungsrippenstirnflächen (27) verringerndem Freischnitt (39) versehen sind.
12. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Schmalseite (31) der Versteifungsrippen (25) zumindest abschnittsweise an der Innenwand (29) des hohlen Ventilkegels (7) anliegt.
13. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Versteifungsrippen (25) und der Ventilkegel (7) mittels Stoffschluss miteinander verbunden sind.
14. Leichtbauventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilschaft (3), der Ventilteller (13) sowie der Ventilkegel (7) jeweils separate Bauteile sind, und dass die Anbindung von Ventilkegel (7) an den Ventilteller (13) und den Ventilschaft (3) so ausgebildet ist, dass der Ventilkegel (7) zumindest annährend frei von im Betrieb des Leichtbauventils auf den Ventilteller (13) wirkenden Kräften ist.

15. Verfahren zur Herstellung eines Leichtbauventils nach einem der Ansprüche 1 bis 14, mit folgenden Schritten:

- Herstellung eines ersten, den Ventilteller (13) und die Klemmaufnahme (23) bildenden, einstückigen Bauteils durch Gießen, Umformen und/oder mittels eines Pulvermetallurgieverfahrens,
- Herstellung eines zweiten, den Ventilschaft (3) bildenden, einstückigen Bauteils,
- Herstellung eines dritten, den Ventilkegel (7) bildenden Bauteils, vorzugsweise mittels eines Umformverfahrens,
- zusammenfügen des ersten und zweiten Bauteils und verbinden derselben mittels Stoff-, Kraft- und/oder Formschlussverbindung, und
- Aufstecken des hohlen dritten Bauteils auf das zweite Bauteil und verbinden des dritten Bauteils mit den ersten und zweiten Bauteilen mittels Stoff-, Kraft- und/oder Formschlussverbindung.

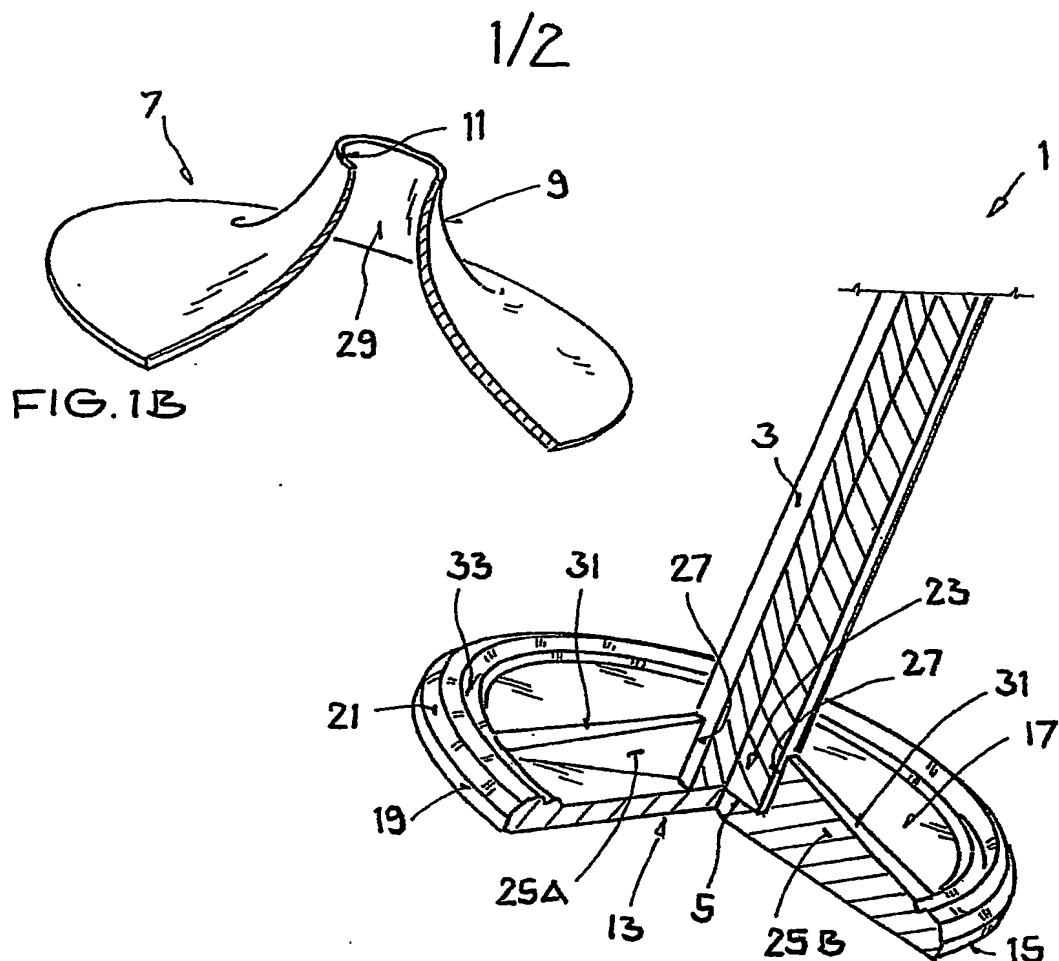


FIG. 1A

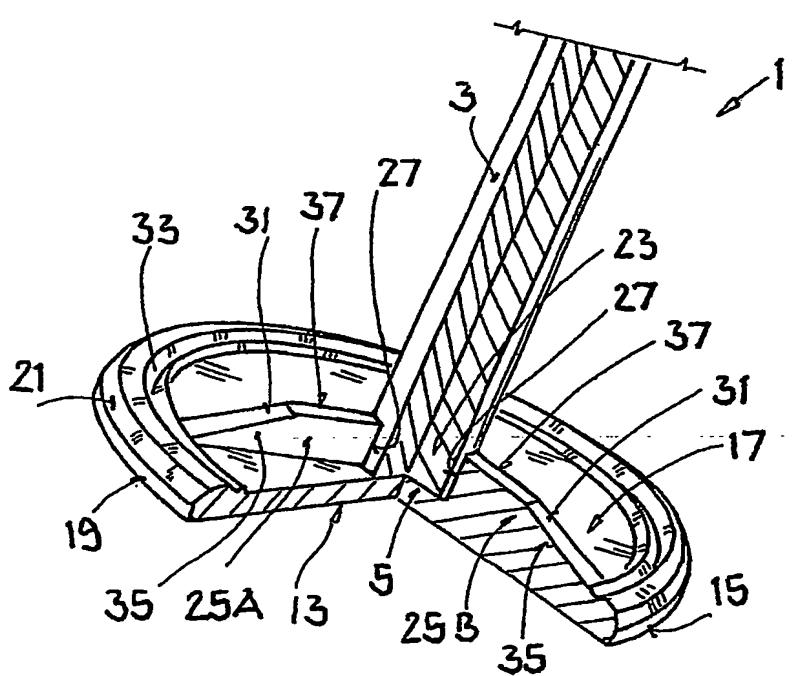


FIG. 2

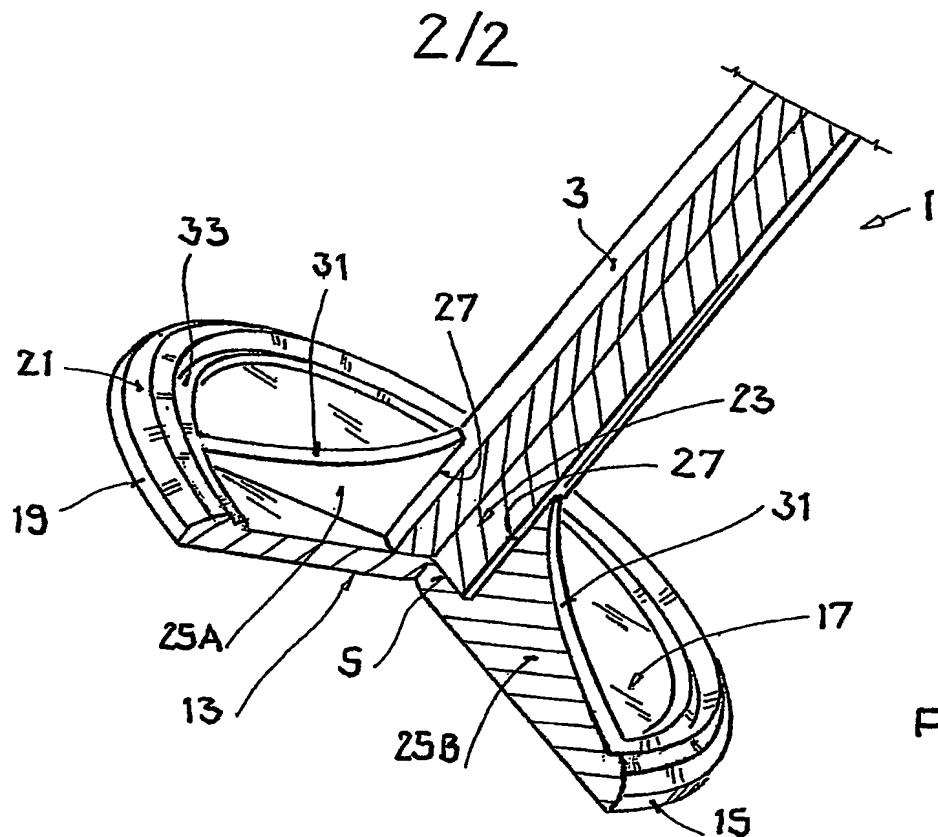


FIG. 3

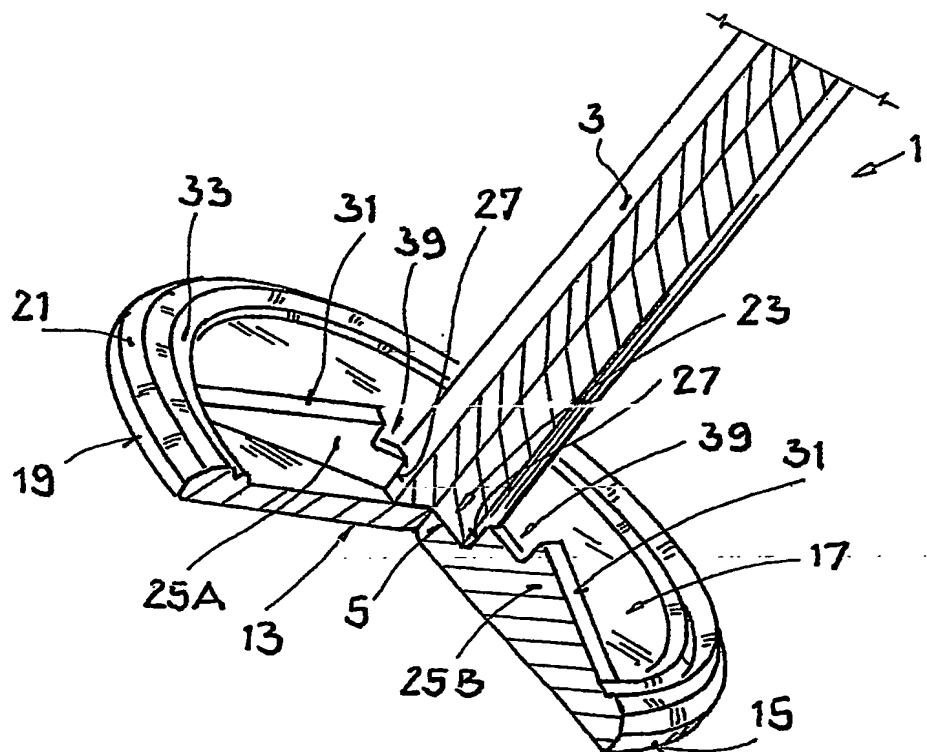


FIG. 4

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F01L3/00 B21K1/22. B23P15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01L B21K B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 1 727 621 A (TAUB ALEX) 10 September 1929 (1929-09-10) figure 3 -----	1, 14, 15
X	DE 102 04 122 C1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 8 May 2003 (2003-05-08) paragraphs '0020!, '0046!, '0049!; figures 3, 4 -----	1, 15
X	EP 1 359 292 A (MAHLE VENTILTRIEB GMBH) 5 November 2003 (2003-11-05) paragraph '0023!; figure 3 -----	1
X	DE 197 31 382 A1 (LEIBER, HEINZ, 71739 OBERRIEIXINGEN, DE) 28 January 1999 (1999-01-28) column 6, lines 55-59; figure 1 column 8, lines 19-21; figure 5 -----	1
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

4 February 2005

Date of mailing of the International search report

11/02/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clot, P

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 296 619 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 28 December 1988 (1988-12-28) claims 1,8; figures 1,2,4 -----	1,15
A	FR 2 071 137 A (CREPELLE ET CIE) 17 September 1971 (1971-09-17) claims 1,2; figures 1,2 -----	2,3,6,7
A	US 1 506 900 A (GREINER ADOLPH ET AL) 2 September 1924 (1924-09-02) figure 2 -----	1
A	DE 101 60 942 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 18 June 2003 (2003-06-18) the whole document -----	1,15
A	DE 32 33 392 A1 (GEBRUEDER SULZER AG) 1 March 1984 (1984-03-01) figure 2 -----	1,15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012578

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 1727621	A	10-09-1929	NONE			
DE 10204122	C1	08-05-2003	NONE			
EP 1359292	A	05-11-2003	DE BR DE WO EP EP JP US	19804053 A1 9908554 A 59908022 D1 9940295 A1 1359292 A1 1053388 A1 2002502928 T 6354258 B1	05-08-1999 30-10-2001 22-01-2004 12-08-1999 05-11-2003 22-11-2000 29-01-2002 12-03-2002	
DE 19731382	A1	28-01-1999	WO EP	9905397 A1 0998622 A1	04-02-1999 10-05-2000	
EP 0296619	A	28-12-1988	JP EP US	64003007 U 0296619 A1 4834036 A	10-01-1989 28-12-1988 30-05-1989	
FR 2071137	A	17-09-1971	FR	2071137 A5	17-09-1971	
US 1506900	A	02-09-1924	NONE			
DE 10160942	A1	18-06-2003	WO EP	03050395 A1 1454037 A1	19-06-2003 08-09-2004	
DE 3233392	A1	01-03-1984	DK FR JP NL	342783 A ,B, 2532360 A1 59060011 A 8302570 A	01-03-1984 02-03-1984 05-04-1984 16-03-1984	

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01L3/00 B21K1/22 B23P15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01L B21K B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 1 727 621 A (TAUB ALEX) 10. September 1929 (1929-09-10) Abbildung 3	1, 14, 15
X	DE 102 04 122 C1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Absätze '0020!, '0046!, '0049!; Abbildungen 3, 4	1, 15
X	EP 1 359 292 A (MAHLE VENTILTRIEB GMBH) 5. November 2003 (2003-11-05) Absatz '0023!; Abbildung 3	1
X	DE 197 31 382 A1 (LEIBER, HEINZ, 71739 OBERRIEDLINGEN, DE) 28. Januar 1999 (1999-01-28) Spalte 6, Zeilen 55-59; Abbildung 1 Spalte 8, Zeilen 19-21; Abbildung 5	1
		-/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :  
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist  
 "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist  
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)  
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht  
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

4. Februar 2005

11/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clot, P

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 296 619 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 28. Dezember 1988 (1988-12-28) Ansprüche 1,8; Abbildungen 1,2,4 -----	1,15
A	FR 2 071 137 A (CREPELLE ET CIE) 17. September 1971 (1971-09-17) Ansprüche 1,2; Abbildungen 1,2 -----	2,3,6,7
A	US 1 506 900 A (GREINER ADOLPH ET AL) 2. September 1924 (1924-09-02) Abbildung 2 -----	1
A	DE 101 60 942 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 18. Juni 2003 (2003-06-18) das ganze Dokument -----	1,15
A	DE 32 33 392 A1 (GEBRUEDER SULZER AG) 1. März 1984 (1984-03-01) Abbildung 2 -----	1,15

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/012578

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 1727621	A	10-09-1929	KEINE		
DE 10204122	C1	08-05-2003	KEINE		
EP 1359292	A	05-11-2003	DE	19804053 A1	05-08-1999
			BR	9908554 A	30-10-2001
			DE	59908022 D1	22-01-2004
			WO	9940295 A1	12-08-1999
			EP	1359292 A1	05-11-2003
			EP	1053388 A1	22-11-2000
			JP	2002502928 T	29-01-2002
			US	6354258 B1	12-03-2002
DE 19731382	A1	28-01-1999	WO	9905397 A1	04-02-1999
			EP	0998622 A1	10-05-2000
EP 0296619	A	28-12-1988	JP	64003007 U	10-01-1989
			EP	0296619 A1	28-12-1988
			US	4834036 A	30-05-1989
FR 2071137	A	17-09-1971	FR	2071137 A5	17-09-1971
US 1506900	A	02-09-1924	KEINE		
DE 10160942	A1	18-06-2003	WO	03050395 A1	19-06-2003
			EP	1454037 A1	08-09-2004
DE 3233392	A1	01-03-1984	DK	342783 A ,B,	01-03-1984
			FR	2532360 A1	02-03-1984
			JP	59060011 A	05-04-1984
			NL	8302570 A	16-03-1984

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**